

Helsinki 18.8.2003

## BEST AVAILABLE COPY

REC'D 10 SEP 2003

WIPO

PCT

ETUOIKEUSTODISTUS  
PRIORITY DOCUMENTHakija  
ApplicantLillbacka Oy  
KauhavaPatenttihakemus nro  
Patent application no

20021155

Tekemispäivä  
Filing date

14.06.2002

Kansainvälinen luokka  
International class

B21D

Keksinnön nimitys  
Title of invention

"Menetelmä työstökonesolun ohjauksessa"

Hakijan nimi on hakemusdiaariin 16.06.2003 tehdyn nimenmuutoksen jälkeen Finn-Power Oy.

The application has according to an entry made in the register of patent applications on 16.06.2003 with the name changed into Finn-Power Oy.

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä Patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims, abstract and drawings originally filed with the Finnish Patent Office.

*Marketta Tehikoski*  
Marketta Tehikoski  
Apulaistarkastaja

Maksu 50 €  
Fee 50 EUR

Maksu perustuu kauppa- ja teollisuusministeriön antamaan asetukseen 1027/2001 Patentti- ja rekisterihallituksen maksullisista suoritteista muutoksineen.

The fee is based on the Decree with amendments of the Ministry of Trade and Industry No. 1027/2001 concerning the chargeable services of the National Board of Patents and Registration of Finland.

Osoite: Arkadiankatu 6 A Puhelin: 09 6939 500  
P.O.Box 1160 Telephone: + 358 9 6939 500  
FIN-00101 Helsinki, FINLAND

Telefax: 09 6939 5328  
Telefax: + 358 9 6939 5328



## 1

## MENETELMÄ TYÖSTÖKONESOLUN OHJAUKSESSA

Keksintö kohdistuu patonttivaatimuksen 1 johdanto-osan mukaiseen menetelmään särmäyspuristimen ja sitä avustavan yhden tai useamman robotin muodostaman työstökonesolun ohjauksessa.

Nykyaikaisessa teollisessa tuotannossa käytetään hyvin laajalti erilaisia automatisoituja työstökonesoluja, joissa työstökoneen yhteydessä työskentelövä työntekijä on korvattu yhdellä tai useammalla teollisuusrobotilla. Näissä miehittämättömissä robottisoluissa robotti esimerkiksi siirtää käsiteltävän aihion syöttövarastosta työstökoneen työskenteläväksi työstöasemaan, tarvittaessa liikuttelee työstettävää kohdetta hallitusti työstöasemassa työstön edistyessä, ja työstön päätyttyä siirtää aihion työstöasemasta sivuun lähtöasemaan, esimerkiksi kuljetusalustalle. Työstettävä aihio voi olla esimerkiksi vielä käsittelemätöntä raaka-ainetta tai jo osittain käsitelty puolivalmiste.

Eräs esimerkki tällaisesta robotisoidusta työstökonesolusta on särmäyspuristimen (engl. press brake) ja sitä avustavan teollisuusrobotin muodostama toiminnallinen kokonaisuus. Särmäyspuristin on työstökone, jossa toisiaan vasten puristuvien taivutustyökalujen (ylätyökalu- alatyökalu) välissä tyypillisesti loyymäisiin kohteisiin voidaan tuottaa erilaisia taivutuksia ja muotoja. Suurimmassa särmäyspuristimissa puristusvoima voi olla satojen tonnien luokkaa ja taivutuspituus useita metrejä. Pienemmät särmäyspuristimet soveltuvat taas erilaisten kevyempien ohutlovyrakenteiden työstämiseen. Särmäyspuristinta palvelevan teollisuusrobotin keskeisenä tehtävänä on siirrellä työstettävää aihiota särmäyspuristimen taivutustyökalujen välissä särmäyspuristimen suorittamien taivutusten välillä, jotta aihioon voidaan taivuttaa halutut muodot haluttuihin kohtiin. Tämän vuoksi sekä särmäyspuristimen toimintojen että robotin toimintojen tulee olla keskenään tarkasti koordinoituja.

Nykyaikaiset särmäyspuristimet ovat numeerisesti ohjattuja ns. NC-koneita (Numerical Control), jolloin työstökone suorittaa työohjelmansa sille syötetyn taivutusohjelman mukaisesti. Vastaavasti myös teolli-



## 2

suusrobotteja ohjataan ohjelmallisesti, eli robotin ohjeet määräytyvät robotin liikeohjelman mukaisesti.

5 Eräs särmäyspuristinsolujen robotisoinnin kannattavuuden tärkeimpiä edellytyksiä on se, että automatisoidulla työstökonesolulla valmistetaan tuotteita suhteellisen suurissa sarjoissa. Pienillä sarjoilla robotisointi ei ole kannattavaa. Eräs merkittävä tähän johtava syy on siinä, että särmäyspuristimen taivutusohjelman laatimisen lisäksi automatisoidussa solussa tarvitaan erikseen vielä särmäyspuristinta palvelevan robotin liikeohjelman ohjelmointi. Robotin ohjelmointi on vaivalloista ja 10 aikaa vievää, jolloin sitä ei voida taloudellisesti suorittaa pienille valmistussarjoille. Robotin liikeohjelman laatimista vaikuttaa lisäksi se, että liikeohjelma tulee sovittaa toimimaan tarkasti yhteen särmäyspuristimen suorittaman taivutusohjelman kanssa, jotta kohteen työstö 15 tapahtuisi oikein ja ilman ylimääräisiä viivettä. Särmäyspuristimen tarvitsema laivutusohjelma saadaan muodostettua nykyisin jo varsin tehokkaasti sinänsä tunnettuja ratkaisuja käyttäen.

20 Särmäyspuristimia avustavien teollisuusrobottien ohjelmointiin lunnetaan tekniikan tasosta useampiakin eri tapoja, joita selostetaan lyhyesti seuraavassa.

25 Teollisuusrobotille voidaan opettaa tarvittavat liikeradat käyttäen robotin omaa ohjelmointikieletä, eli käyttäjä kirjoittaa robotille sen liikeohjelman manuaalisesti. Tämä on kuitenkin varsin aikaa vievää ja tuotantosolu on poissa tuotantokäytöstä robotin ohjelmoinnin aikana ja testattaessa robotille laaditun ohjelman ja särmäyspuristimen taivutusohjelmassa toteuttamien toimintojen yhteensopivuutta. Robotin manuaalinen ohjelmointi vaati myös käyttäjältä varsin hyvää perehtyneisyyttä ja 30 ammattitaitoa kyseisen robotin ohjelmointiominaisuuksiin, mikä heijastuu suoraan työvoimakustannuksiin.

35 Tekniikan tasosta lunnetaan myös tapa, jossa robotille opetetaan sen liikeradat robotin toimielimestä, esimerkiksi tarttujasta "taluttamalla", jolloin näitä liikeratoja vastaavat ohjauksen komennot tallioituvat robotin ohjaimen muistiin. Myös tällä tavalla toimittaessa tuotantosolu on poissa tuotantokäytöstä ohjelmoinnin ajan. Lisäksi tätä menetelmää



## 3

käytettäessä työstökoneen ja sitä palvelevan robotin ohjelmien keskinäinen koordinointi muodostuu vaikeaksi. Järeillä teollisuusroboteilla ja niiden käsittelemillä painavilla kappaloilla tämä on usein myös käytännössä fyysisesti mahdotonta suorittaa. Robotin liikerata on mahdollista

5 tallentaa muistiin ohjaamalla robottia manuaalisesti ohjainpainikkeilla tai vastaavilla, mutta tällöin robotin liikeradasta muodostuu helposti kulmikas, koska useiden akselien yhtäaikaista liikettä on vaikeaa hallita.

Robotin ohjelmointi voidaan tunnetulla tavalla suorittaa myös ns. etäohjelmointina PC-tietokoneella tai vastaavalla työasemalla. Etäohjelmoinnissa robotin ohjelmointi tapahtuu graafisesti ja simulointina PC-tietokoneen näyttöruudulla, jolloin myös näin muodostetun ohjelman alkaensaamia robotin toimintoja voidaan testata simulaation avulla ennen ohjelman siirtämistä varsinaiseen tuotantokäyttöön. Etäohjelmoinnin otuna on luonnollisesti se, että tuotantosolu voidaan pitää tuotantokäytössä myös sinä aikana kun uudelle tuotteelle tarvittavaa robotin liikeohjelmaa muodostetaan. Hyvät ja toimivat särmäyspuristimille soveltuvat etäohjelmointiohjelmat ovat kuitenkin monimutkaisuudesta johtuen varsin kalliita. Robotin etäohjelmointina tapahtuvaa

10 ohjelmointia voidaan myöskin pitää lähes yhtä vaativana kuin robotin manuaalista ohjelmointia suoraan sen omaa ohjelmointikieltä käyttäen, joten siten koulutetun ja kalliin henkilöstön tarve on välttämätön. Edelleen etäohjelmoinnin avulla muodostetun robotin liikeohjelman myöhempi manuaalisesti tapahtuva muokkaus on käytännössä lähes

15 mahdotonta, koska simulaatiossa "koneellisesti" muodostuva lähdekielinen ohjelma on loogiselta rakenteeltaan monimutkainen eikä siten yksityiskohtaisilta komennoiltaan ja toiminnolltaan kovinkaan helposti ohjelmoinnin hahmotettavissa.

Periaatteessa olisi myös mahdollista kehittää työstökoneita ja robottia varten oma yhteinen ohjauskieli, jonka avulla esimerkiksi sekä särmäyspuristimen taivutusohjelma että sitä palvelevan robotin liikeohjelma voitaisiin kirjoittaa yhtä aikaa yhtenä kokonaisuutena. Tämä kuitenkin vaatisi särmäyspuristimen ja robotin NC-ohjelmien ja niiden ohjelmistojen varsin yhtenäistä toteutusta, jotta näistä laitteista saataisiin keskenään ohjelmointia ajatellen riittävän samankaltaiset. Koska esimerkiksi särmäyspuristimen ja teollisuusrobottien valmistajat ovat kuitenkin

30



## 4

käytännössä eri lahoja, ei tämä ratkaisu ole helposti toteuttavissa ilman laajamittaista standardointia. Kustannuksiltaan ja ajan käytöltään tämä ei ole nykytilanteessa järkevää.

- 5 Japanilaisesta patenttijulkaisusta JP03146225A tunnetaan menettely, jossa särmäyspuristimen taivutusohjelma ja särmäyspuristinta palve-
- 10 levan leollisuusrobotin liikeohjelma muodostetaan kummatkin työstet-  
tävälle aihiolle laadittavan yhteisen ns. työsuunnitelman (engl. work  
data) perusteella. Operaattori muodostaa tämän erityiseen tietomuotoon kirjoitettavan työsuunnitelman valitsemalla etukäteen määritetyistä  
15 perusmuodoista tarkoituksen sopivia taivutuksia edustavia muotoja.  
Tämän jälkeen operaattori määrittelee perusmuodoissa kunkin kulman  
kulmatyyppin, taivutusjyrkkyyden ja kulmien väliset etäisyydet valmis-  
tettavan kappaleen mukaan. Näitä valinnaisia perusmuotoja on esitetty  
20 tarkemmin patenttijulkaisun JP03146225A kuvissa 5 ja 6. Operaattori  
määrittelee lisäksi kulmien lyöstämisjärjestyksen sekä antaa tarvitta-  
essa lisämääroita työstämistavoista sekä esimerkiksi materiaali-  
vaih-  
vuuksista.
- 20 Oheisessa kuvassa 1, joka vastaa tekstikäännöksillä varustettuna  
patenttijulkaisun JP03146225A kuvaa 1, on esitetty lohossa 20 edellä  
mainitun työsuunnitelman WD syöttäminen "data input"-laitteena toimi-  
valle tietojenkäsittelylaitteelle. Lohkosta 20 työsuunnitelma WD ohja-  
taan edelleen lohkon 30 särmäyspuristimen 6 taivutusohjelman  
25 muodostamiseksi talttoehtojen muodostuslohkossa 31, ja erikseen  
ohjelmanmuodostuslohkoon 40 robotin 9 liikeohjelman muodostami-  
seksi. Näin muodostetut ohjelmat syötetään edelleen särmäyspuristi-  
men servo-ohjaimelle 32 ja robotin ohjaimelle 13. Särmäyspuristimen 6  
ja robotin 9 toimintojen koordinoimiseksi robotin ohjelmanmuodostus-  
30 lohko 40 ja särmäyspuristimen servo-ohjain 32 on järjestetty toisiinsa  
nähdessä tiedonsiirtoyhteyteen 34, jolloin mikäli särmäyspuristimen 6  
suorittama ohjelma ylittää robotin 9 toimintojen nopeuden, voidaan  
särmäyspuristimen 6 ohjelman suoritusta servo-ohjaimessa 32 tarvitta-  
essa hidastaa.
- 35 Vaikka patenttijulkaisussa JP03146225A esitetty menettely helpot-  
taakin särmäyspuristimen taivutusohjelman ja robotin liikeohjelman



## 5

muodostamisla, perustuu menettely kuitenkin olennaisilta osiltaan siihen, että taivutusohjelman ja liikeohjelman laatiminen pohjautuu näitä varten erityiseen muotoon laaditun yhteisen työsuunnitelman WD hyväksikäyttöön. Käytännössä mainitun kaltaisen työsuunnitelman  
5 laatiminen aiheuttaa merkittäviä rajoituksia ja ylimääräistä työtä.

Nyt käsillä olevan keksinnön pääasiallisena tarkoituksena on esittää kokonaan uusi menetelmä särmäyspuristinta avustavan yhden tai useamman robotin liikeohjelman muodostamiseksi, jolla menetelmällä  
10 vältetään tekniikan tason ratkaisuihin esiintyviä ja edellä selostettuja ongelmia. Keksinnön avulla on tarkoitettu tehostaa robotin ohjelmointia siten, että robotisoidun särmäyspuristinsolun tapauksessa taloudellisesti kannattavasti valmistettavat sarjakoot pienenevät oleellisesti. Keksinnön erityisenä tarkoituksena on siten kehittää robotin ohjelmointia siten, että uutta tuotetta varten tarvittavaa ohjelmointiaikaa voidaan  
15 merkittävästi lyhentää nykyisestä.

Näiden tarkoitusten toteuttamiseksi keksinnön mukaiselle menetelmälle on pääasiallisesti tunnusomaista se, mitä on esitetty patenttivaatimuksen  
20 1 tunnusmerkkiosassa.

Keksinnön taustalla on keskeisenä se periaate, että tuotteen valmistuksessa tarvittavat toimenpiteet on tarkoituksenmukaista kuvata nimenomaan särmäyspuristimen toimintoja ja ohjelmointimenettelyä  
25 käyttäen. Särmäyspuristinta voidaan pitää ko. työstökonesolun primääriinä laitteistona, jonka toiminta (taivutusohjelma) pyritään ensisijaisesti optimoimaan ja jonka ehdolla sitä palvelevan teollisuusrobotin tulee toimia. Särmäyspuristimen taivutusohjelmaa laadittaessa tuotteelle suoritettaville taivutuksille määritetään automaattisesti mm. optimaalinen taivutusjärjestys, eli järjestys jossa aihiolle suoritettavat taivutukset on nopeinta ja käytännöllisintä suorittaa.  
30

Näin ollen erillisen, sekä särmäyspuristimelle että robotille yhteisen työsuunnitelman laatiminen tekniikan tason mukaisesti (JP03146225A)  
35 ei ole ajankäytöllisesti eikä särmäyspuristimen toiminnan optimoinnin kannalta järkevää. Vastaavasti ei ole myöskään järkevää kehittää sekä



## 6

särmäyspuristimelle että robotille yhteistä kokonaan uutta ohjelmointikieltä tai -ympäristöä.

5 Nyt käsillä olevan keksinnön olennaisena perusajatuksena on siten se, että särmäyspuristinta avustavan robotin liikeohjelma muodostetaan automaattisesti särmäyspuristimen taivutusohjelmaa varten syötettävien tietojen ja taivutusohjelmaa varten määritettävän ja optimoitavan taivutusjärjestyksen perusteella. Tämä mahdollistaa siten sen, että  
10 työstökonesolusta vastaavan henkilön tarvitsee olennaisesti hallita ainoastaan särmäyspuristimen ohjelmointia. Keksinnön avulla robotin liikeohjelma aikaansaadaan automaattisesti särmäyspuristimen ohjelmoinnin yhteydessä, jolloin uutta tuotetta varten tarvittava ohjelmointiaika saadaan lyhenemään ja tuotanto vastaavasti tehostumaan. Robotin vaatima erillinen ohjelmointi jää siten olennaisesti kokonaan pois.

15 Keksintö mahdollistaa siten esimerkiksi sen, että aikaisemmin työntekijän avustama/käyttämä särmäyspuristinsolu on ohjelmoinnin kannalta tarkasteltuna helppo muuntaa robotisoiduksi soluksi, koska uusia tuotteita varten tarvittava solun ohjelmointi ei käytännössä juurikaan  
20 muutu. Tuotteissa tapahtuvat muutokset vaativat olennaisesti ainoastaan särmäyspuristimen uudelleen ohjelmointia ja robotin tarvittavat liikeohjelmat muodostetaan tämän perusteella automaattisesti.

25 Keksintö perustuu siihen oivallukseen, että särmäyspuristimen taivutusohjelmaa muodostettaessa on käytettävissä olennaisesti jo kaikki robotin liikeohjelman muodostamisessa tarvittavat tiedot. Keksinnön mukaisesti nämä tiedot kerätään särmäyspuristimen taivutusohjelman muodostamisen yhteydessä ja siirretään edelleen sopivassa muodossa robotin liikeohjelmassa käytettäviksi, jolloin roboti toteuttaa automaattisesti liikoradan, jota käyttäen taivutusohjelman mukaiset taivutukset  
30 voidaan kohteelle suorittaa. Robotin liikeohjelma saadaan näin myös luontovasti synkronoitua särmäyspuristimen suorittaman taivutusohjelman kanssa. Keksinnön merkittävänä etuna on se, että koska taivutusohjelmaa muodostettaessa on määritetty aihiolle suoritettavien taivutusten optimaalinen suoritusjärjestys, siirtyy tämä tieto automaattisesti myös robotin liikeohjelmaan.  
35



## 7

Muutettaessa särmäyspuristimen ja robotin muodostamassa työstökonesolussa särmäyspuristimen taivutusohjelmaa uutta tuotetta varten, saadaan keksinnön avulla myös robotille muodostettua uusi liikeohjelma ko. tuotetta varten helposti ja nopeasti.

5

Keksinnön mukaisesti robotin liikeohjelmaa varten tarvittavista tiedoista muodostetaan ns. taivutustietotaulukko BLT (engl. Bend Line Table), lyhyemmin BLT-tilukko, joka ilmaisee työstettävälle aihiolle särmäyspuristimolla suoritettavien taivutusten taivutuslinjat ja niiden sijainnin ja asennon koordinaatistossa, jonka origona toimii aihion keskipiste. Tämä BLT-tilukko asetetaan edelleen käytettäväksi särmäyspuristinta avustavan yhden tai useamman robotin liikeohjelmien muuttujana. BLT-tilukon sisältämien tietojen päivityessä taivutusohjelmaa muutettaessa, siirtyvät muutokset automaattisesti näin myös liikeohjelman käyttöön.

15

Keksinnön edullisessa suoritusmuodossa robotin liikeohjelmaa muodostettaessa robotin tartuntapistee kohteena olevasta levystä määritetään BLT-tilukon sisältämien tietojen perusteella siten, että yhdellä tartunnalla voidaan suorittaa mahdollisimman monta peräkkäistä taivutusta robotin otetta vaihtamatta. Tämä nopeuttaa olennaisesti tuotantosolun toimintaa tuotantokäytössä ja parantaa siten tuotannon kannattavuutta.

20

Keksinnön avulla vältyllään kalliiden robotin etäohjelmoinnissa tarvittavien ohjelmien hankkimiselta ja robotisoidun työstökonesolun käyttäjällä ei myöskään ole tarpeen kouluttaa useisiin erilaisiin ohjelmointi- ja käyttöympäristöihin. Käyttäjän tulee olennaisesti tuntea alnoastaan särmäyspuristimen ohjelmointia, ja robotin tarvitsemat ohjelmat voidaan muodostaa automaattisesti särmäyspuristimelle laaditun taivutusohjelman perusteella.

30

Keksintö mahdollistaa myös sen, että robotisoitu särmäyspuristinsolu voidaan koostaa aina kulloiseenkin tarkoitukseen parhaiten soveltuvasta särmäyspuristimesta ja teollisuusrobotista. Samaa särmäyspuristintyyppiä palveleva robotityyppi voidaan valita eri sovelluksissa eri

35



## 8

tavoin ilman että se aiheuttaa käyttäjille tarvetta opiskella erityisesti ko. robottiin liittyviä ohjelmointitapoja.

- 5      **Keksintö ja sen erilaisten suoritusmuotojen edut käyvät alan ammattimiehelle paremmin selville seuraavasta yksityiskohtaisemmasla selityksestä. Selityksessä viitataan oheisiin piirustuksiin, joissa**

10      kuva 1      esittää erästä tekniikan tason mukaista ratkaisua särmäyspuristinsolun ohjelmoinnissa,

kuva 2      esittää periaatteellisesti erästä numeerisesti ohjatun särmäyspuristimen ja numeerisesti ohjatun robotin muodostamaa särmäyspuristinsolua,

15      kuva 3      esittää periaatteellisena lohkokaaavana särmäyspuristimen liikeohjelman muodostamista ja sen yhteydessä tapahtuvaa keksinnön mukaisen taivutustietotaulukon muodostamista,

20      kuva 4      esittää periaatteellisena lohkokaaavana keksinnön mukaisen robotin liikeohjelman rakennetta sekä taivutustietotaulukon asettamista liikeohjelman muuttujaksi,

25      kuva 5      esittää periaatteellisesti levyäistä aihola keskityspöydällä sekä keksinnön mukaista koordinaatistoa, ja

kuva 6      esittää periaatteellisesti erästä robotin tarttujaa, sen dimensioita sekä työkalupisteen eräillä mahdollisia sijaintoja.

30      Kuvaa 1 on jo aiemmin selostettu tekniikan tason käsittelyn yhteydessä.

35      Kuvassa 2 on esitetty periaatteellisesti eräs robotisoitu särmäyspuristinsolu ja siinä käytettävät numeerisesti ohjattu särmäyspuristin 6 ja sitä palveleva robotti 9. Särmäyspuristin 6 käsittää olennaisina osinaan ylätökalun 11 ja alatökalun 12. Robotti 9 on varustettu tarttujalla 10. Särmäyspuristimen 6 NC-ohjain 1000 ja robotin 9 NC-ohjain 2000 on järjestetty keskenään tiedonsiirtoyhteyteen 1100, jonka avulla taivutus-



## 9

ohjelman 100 ja liikeohjelman 200 suoritus mainituissa NC-ohjaimissa 1000,2000 on synkronoitavissa keskenään ajallisosti.

- 5 Taivutusohjelman 100 muodostamiseksi suoritetaan seuraavat kuvassa 3 periaatteellisena lohkokaaviona esitettävät vaiheet 101-104.

- 10 Ensimmäisessä vaiheessa 101 tallennetaan muistiin lyöstettävän aihlon materiaalla, lähtödimensioita tai vastaavia ominaisuuksia kuvaavia ahioparametrejä ja ahiolle särmäyspuristimella 6 suoritettavia laivutuksia kuvaavia taivutusparametrejä.

- 15 Toisessa vaiheessa 102 käyttäen hyväksi ensimmäisessä vaiheessa 101 tallennettuja aihio- ja taivutusparametrejä määritetään taivutustapahtumaa simuloimalla tai vastaavalla tavalla ahiolle särmäyspuristimella 6 suoritettavien taivutusten optimoimaa suoritussyjärjestystä, ns. taivutussyjärjestystä.

- 20 Kolmannessa vaiheessa 103 tallennetaan ensimmäisestä 101 ja toisesta 102 vaiheesta saatavaa tietoa välituloksena tietomuotoon, joka on sopivimmin valittu taivutustapahtuman graafisen esityksen tietokoneella tai vastaavalla mahdollistavaksi.

- 25 Neljännessä vaiheessa 104 kolmannessa vaiheessa tallennettu välitulos muunnetaan särmäyspuristimen 6 varsinaiseksi taivutusohjelmaksi 100, joka voidaan suorittaa särmäyspuristimen 6 NC-ohjaimessa 1000 tai vastaavassa.

- 30 Edellä mainitut vaiheet 101-104 voidaan sinänsä tunnetulla tavalla suorittaa joko etäohjelmointina erillisessä PC-tietokoneessa tai muussa tietojenkäsittelylaitteessa, johon ahiota koskevat tiedot (ahioparametrit ja taivutusparametrit) on syötetty manuaalisesti, tai mainitut tiedot on esimerkiksi siirretty digitaalisessa muodossa suoraan kohteelle laaditusta CAD-suunnitelmasta (engl. Computer Aided Design).

- 35 Vaiheet 101-104 voidaan suorittaa myös riittävän kehittyneessä särmäyspuristimen NC-ohjaimessa 1000, kuten esimerkiksi Delem DA-69 ohjaimessa (Delem, Alankomaat). Mainittu ohjaintyyppi pystyy



## 10

simuloimaan valmistettavallo kappaleelle suoritettavat laivutukset ohjaimen syötettyjen tai siihen siirrettyjen ahioparametrien ja taivutusparametrien perusteella. Simuloinnissa määritetään käyttäjän avustamana optimaalinen taivutusjärjestys ja simuloinnin tulokset  
5 tallennetaan välituloksena tiedostoksi, joka soveltuu esitettäväksi graafisesti NC-ohjaimen 1000 näytöllä. Tätä välitulosta käyttäen NC-ohjain muodostaa lopullisen taivutusohjelman 100.

Nyt käsillä olevan keksinnön mukaisesti robotin 9 liikeohjelman muodostamisessa tarvittavat tiedot kerätään automaattisesti edellä esitettyjen vaiheiden 101-104 yhteydessä ja siirretään edelleen sopivassa muodossa robotin 9 liikeohjelmassa käytettäväksi.

Tarkemmin ilmaistuna tämä tapahtuu siten, että kuvassa viidennessä vaiheessa 105 analysoidaan automaattisesti kolmannen vaiheen 103 välitulosta ja/tai neljännen vaiheen 104 taivutusohjelmaa 100 ja tämän analyysin perusteella muodostetaan taivutustietotaulukko BLT, joka BLT-taulukko ilmaisee aihiolle särmäyspuristimolla 6 suoritettavien taivutusten taivutuslinjat ja niiden sijainnin ja asennon koordinaatissa, jonka origona toimii aihion keskipiste. Kuudennessa vaiheessa 106 BLT-taulukko asetetaan edelleen käytettäväksi särmäyspuristinta 6 avustavan yhden tai useamman robotin 9 liikeohjelmien 200 muuttujana.

Yksittäisellä taivutuslinjalla tarkoitetaan sitä työstettävän aihion/kappaleen linjaa, joka linja asetetaan pituussuunnassa yhden-suuntaiseksi särmäyspuristimen pitkänomaisten taivutustyökalujen 11,12 kanssa ja edelleen niiden väliin, ja jota taivutuslinjaa pitkin kohdetta taivutetaan taivutustyökalujen 11,12 puristuksessa halutulla tavalla

Koska särmäyspuristimella 6 työstettävä aihio voi olla varsin epäsymmetrisen muotoinen, määritetään aihiolle sopivimmin ns. aihionoliö, jolla tarkoitetaan pienintä mahdollista 2-ulotteista neliikulmiota, jonka sisään aihio sopii. Tämän aihionollon keskipiste, ahiokeskipiste, toimii 2-ulotteisen BLT-taulukon yhteydessä käytettävän koordinaatiston origona. Tätä koordinaatistoa käyttäen määritetään mm. aihiolle suoritet-



## 11

tavien taivutusten taivutuslinjojen sijainti sekä myös robotin 9 aihioon klinni tarttuessaan käyttämien tartuntapisteiden sijainti.

- 5 Kuvassa 5 on periaatteellisesti esitetty levymäinen aihio koskityspöydällä 500, jonka avulla voidaan määrittää robotin 9 ensimmäisen tartuntapisteen paikka sinänsä tunnetulla tavalla aihion ulkomittoihin nähden. Kuvaan 5 on merkitty myös keksinnön mukainen aihiokeskipiste AKP. Taivutustietotaulukon laatimisessa käytettävän koordinaatiston positiivinen X-akseli on aihiokeskipisteestä AKP kohti sivua A, ja positiivinen Y-akseli on vastaavasti aihiokeskipisteestä AKP kohti sivua B.

- 15 BLT-taulukossa ilmoitetaan mitta ja kulma-arvoja siitä, missä ja millaisessa asennossa kukin taivutuslinja sijaitsee mainitussa koordinaatistossa, jonka origona toimii aihiokeskipiste AKP.

BLT-taulukossa annetaan aihion jokaisesta taivutusjärjestyksessä peräkkäisestä taivutuslinjasta sopivimmin seuraavanlaisia tietoja:

- 20 1. X-suuntainen etäisyys aihiokeskipisteestä AKP ko. taivutuslinjan keskipisteeseen  
2. Y-suuntainen etäisyys aihiokeskipisteestä AKP ko. taivutuslinjan keskipisteeseen  
25 3. Ko. taivutuslinjan pituus  
4. Taivutettavan särmän pituus  
5. Taivutettava kulma  
6. Aihioneliön sivu (A,B,C tai D), jolle ko. taivutus tehdään  
7. Ko. taivutuslinjan kiertymä Z-akselin ympäri (vino taivutus tai monikulmainen kappale)  
30 8. Särnäyspuristimon 6 työkalujen 11,12 suuntainen asema, johon ko. taivutuslinjan keskipiste tulee viedä

- 35 BLT-taulukko on siten esimerkiksi 8 x 10 matriisi, jossa vaakasarakkeet (8 kpl) ovat ylläkuvattujen kohtien 1-8 mukaisia tietoja ja pystysarakkeet (10 kpl) ovat aihiolle peräkkäin suoritettavia eri taivutuksia. Matriisin koko voi luonnollisesti olla myös joku muu sen mukaan, mitä tietoja



## 12

ja kuinka monta peräkkäistä taivutusta BLT-aulukolla BLT halutaan kerralla kattaa.

- 5 Kuvassa 4 on esitetty periaatteellisena lohkokaaaviona keksinnön mukaisen robotin liikeohjelman 200 rakennetta sekä BLT-aulukon asettamista liikeohjelman 200 muuttujaksi. Liikeohjelma 200 käsittää sopivimmin alhiokohtaisen pääohjelman 201, joka käsittää edelleen yhdon tai useampia aliohjelmia 202.
- 10 Souraavassa esitellään tarkemmin eräitä keksinnön kannalta keskeisiä aliohjelmia 202, sekä niiden suorittamia toimintoja.

Ote-aliohjelma

- 15 Kuva 6 esittää periaatteellisesti erästä robotin käsivarren ranteeseen 600 kiinnitettävää tarttujaa 10, sen dimensioita sekä tarttujalle 10 määritetyn ns. työkalupisteen eräitä mahdollisia sijainteja TCP1, TCP2. Tarttuja 10 on varustettu lyypillisesti imukupeilla 700 tartuntaotteen saamiseksi alhiosta.

20

Ote-aliohjelma laskee tarttujan 10 dimensioista X1, X2, Y2, Y1 sekä alhiosta kiinni olettaessa käytettävän työkalupisteen sijainnista TCP1 järjestelmään syötettyjen tietojen sekä BLT-aulukon tietojen perusteella sen, kuinka monta taivutusta voidaan tehdä tietyllä yhdellä robotin 9 otteella.

25

Ote määritellään tilanteena, jossa työkalupiste TCP1 siirrelään kuvassa 5 esitetyssä koordinaatistossa alhiolla määritettyyn tiettyyn tartuntapisteseen, jossa alhiio edelleen poimitaan tarttujan 10 olleeseen.

30

Ote-aliohjelma tutkii sitä, osuuko tarttuja 10 tietyllä otteella, eli tietyllä tartuntapisteen sijoittelulla jollekin BLT-aulukossa määritellylle taivutuslinjalle tai sen jatkeelle. Ote-aliohjelmassa voidaan "sommitella" tarttujaa 10 eri kohtiin alhiota neljässä eri kulmassa. Ohjelma valitsee kokellemistaan tartuntapistelistä käytettäväksi sen, jolla se pystyy tekemään suurimman määrän peräkkäisiä BLT-aulukon määrittämiä

35



## 13

taivutuksia. Ohjelma antaa palautuksena valitun tartuntapisteen sekä tällä tartunnalla peräkkäin suoritettavien taivutuston lukumäärän.

- 5 Tämän tiedon perusteella järjestelmä tekee mainitun määrän taivutuksia, vie ahion esimerkiksi erilliselle otteenvaihtopöydälle, määrittelee seuraavaksi käytettävän uuden tartuntapisteen ja sillä suoritettavien taivutuston määrän, ja suorittaa otteenvaihdon ja ko. taivutukset. Jokaisen tartunnan jälkeen talletetaan muistiin tarttujan 10 työkalupistoon TCP1 sijainti aihiokeskipisteen AKP suhteen.

10

Paikoitus-aliohjelma

- 15 Paikoitus-aliohjelman tarkoituksena on siirtää aihiolle seuraavaksi suoritettavan taivutuksen taivutuslinja särmäyspuristimen 6 työkalujen 11,12 väliin.

- 20 Paikoitus-aliohjelma toimii BLT-aulukon sisältämien tietojen perusteella. Paikoitusta varten tarttujan 10 työkalupisteen sijainti määritellään aluksi uudelleen tarttujan 10 ulkopuolella, tyypillisesti robotin 9 ranteeseen nähden tarttujan 10 etupuolella sijaitsevaan pisteeseen TCP2, joka määritetään vastaamaan aihiolle seuraavaksi suoritettavan taivutuksen taivutuslinjan keskipistettä. Tarttujan 10 ote aihlosta säilyy em. koordinaatiston muutos (TCP1->TCP2) suoritettaessa edelleen samana, joka määritettiin ahion tartuntapisteen ja työkalupisteen TCP1 avulla yle-aliohjelmassa.

25

- 30 Siirrelläessä nyt työkalupiste TCP2 särmäyspuristimen 6 työkalujen 11,12 väliin, siirretään samalla taivutuslinja oikeaan paikkaan taivutuksen suorittamiseksi.

30

- 35 Tieto koordinaatiston muutoksesta pisteestä TCP1 pisteeseen TCP2 ja suhteessa aihiokeskipisteeseen AKP tallennetaan järjestelmän muistiin. Robotin 9 ohjauksen kannalta on edullista määritellä työkalupisteen TCP2 sijainti edellä selostetulla tavalla paikoituksen ajaksi taivutuslinjan keskelle, koska tällöin mainittua työkalupistettä TCP2 voidaan käyttää suoraan apuna käskelläessä robottia siirtämään taivutuslinja särmäyspuristimella 6 taivutusta varten oikeaan paikkaan.



Keksinnölle ominaista on se, että automaattiseen paikoitukseen käytetään aina samaa paikoitus-aliohjelmaa. Tämä ohjelma käyttää BLT-taulukkoa ja käyttäjä ei pysty muokkaamaan tämän ohjelman liikkeitä.

5

Käyttäjän on kuitenkin mahdollista määrittää paikoitus-aliohjelmaa varten tarvittaessa parametreja, joiden avulla määritellään sitä, miten automaattisesti ohjelma toimii. Käyttäjä voi esimerkiksi asettaa ehdon siltä, että robotti 9 pysähtyy tiettyyn paikoituspisteeseen lähelle särmäyspuristimen työkaluja 11,12 ennen alhion/taivutuslinjan viemistä mainittujen työkalujen väliin. Käyttäjä voi tällöin tarpeen mukaan tarkastaa liikeohjelman 200 oikean toiminnan ja/tai opella/hienosäätää alhion lopullisen paikoituspisteen sijainnin työkalujen 11,12 välissä.

15

#### Seuranta-aliohjelma

Seuranta-aliohjelma huolehtii taivutuslinjalle suoritettavan taivutuksen aikana alhion (levyn) seurannasta, eli siltä että robotti 9 liikkuu mukana alhion taipuessa särmäyspuristimen 6 työkalujen 11,12 välisessä puristuksessa. Ensimmäisenä tämä ohjelma tallettaa pisteen mihin robotti 9 on paikoitettu, tämä piste talletetaan sopivimmin särmäyspuristimen 6 alatyökaluun 12 luodussa käyttäjäkoordinaatistossa, mainitun pisteen koordinaatit ilmoitetaan särmäyspuristimen 6 alatyökalun 12 suhteen.

20

Seuraavaksi annetaan särmäyspuristimelle 6 puristuskomento, ja odotetaan niin kauan että särmäyspuristimelta 6 tulee tieto siltä, että ylätökalu 11 kuskellaa taivutettavaa alhioita. Tämän jälkeen aloitetaan särmäyspuristimen 6 varsinainen alhioita taivuttava työliike.

25

Särmäyspuristimen 6 ylätökaluun 11 yhteydessä olevaan ns. yläpalkkiin on sopivimmin kytketty erillinen paikka-anturi, josta robotti 9 saa tiedon yläpalkin ja ylätökalun 11 asemasta. Tämän tiedon perusteella robotti 9 laskee särmäyspuristimeen 6 luodulle käyttäjäkoordinaatistolle uuden aseman, laskee sitä yläpalkin/ylätökalun liikkeen verran alaspäin sekä laskee sen miten paljon koordinaatisto on kääntynyt. Tämän jälkeen liikutetaan robotin 9 tarttujan 10 työkalupiste alkuperäiseen pisteeseen tässä muuttuneessa käyttäjäkoordinaatistossa. Tällä tavoin

30

35



- 15

robotti 9 hoitaa itse liikeratojen laskennan, mahdolliset robotin 9 ran-  
teen asennon konfiguraatioiden muutokset ja vastaavat toimenpiteet.

- 5      Kekslntö ei kuitenkaan ole rajoittunut ainoastaan sellaisiin suoritus-  
muotoihin, joissa robotti 9 pitää klinni aihioista taivutuksen aikana ai-  
hion liikettä edellä selostetulla tavalla seuraten. Keksinön eräässä  
suoritusmuodossa hyödynnetään sitä, että aihion ollessa särmäyspu-  
ristimen työkalujen 11,12 otteessa säilyy aihion asema tunnettuna ai-  
hion ollessa paikoillaan tai myös aihiota taivutellaessa. Jälkimmäisessä  
10      lapauksessa aihion asentoa voidaan määrittää ylätyökalun 11 asemaa  
mittaavan anturin avulla samalla tavoin kuin määritettäessä robotin 9  
liikerataa sen pitäessä klinni aihioista taivutuksen aikana. Särmäyspu-  
ristimen 9 ote aihioista vastaa siis eräällä tavalla keskityspöydän toi-  
mintaa ja mahdollistaa sen, että robotti 9 voi nyt tarvittaessa siirtää  
15      otettaan aihion ollessa särmäyspuristimen 6 otteessa. Suoritettacssa  
otteenvaihto samanaikaisesti kun särmäyspuristin 6 työittää aihiota  
säästetään alkaa, koska robotti 9 ei tarvitse mainittua toimenpidettä  
varten siirtää aihiota esimerkiksi erilliselle otteenvaihtopöydälle.  
Otteenvaihto voidaan suunnitella automaattisesti ote-aliohjelmalla tai  
20      vastaavaa käyttäen tai otteenvaihto voidaan määritellä tapahtuvaksi  
myös käyttäjän toimesta.

- 25      Robotin liikeohjelman pääohjelma 201 ja aliohjelmat 202, kuten esi-  
merkiksi ote-, paikoitus- ja seuranta-aliohjelmat toteutetaan sopivimmin  
robotin 9 NC-ohjaimessa 2000 esimerkiksi KAREL-ohjelmointikieltä  
käyttäen. Eräs tarkoitukseen soveltuva robotin NC-ohjaintyyppi on esi-  
merkiksi FANUC R-J3 (FANUC Robotics, Japan).

- 30      Muita tarvittavia aliohjelmiä voivat olla esimerkiksi poiminta aihiolavalta  
tai vastaavalta kuljetusalustalta, aihion keskitys keskityspöydällä (kuva  
5), kaksoislevyn tunnistus, ja käsitellyn aihion lavaus kuljetusalustalle.

- 35      Keksinön mukaisen menetelmän eräässä edullisessa suoritusmuo-  
dossa edellä kuvassa 3 esitetyt vaiheet 101-104 on järjestetty suori-  
tettaviksi särmäyspuristimen NC-ohjaimessa 1000 (esim. Delem DA-  
69). Särmäyspuristimen NC-ohjain 1000 lähettää tiedostona BLT-tau-  
lukon muodostamisessa tarvittavat tiedot robotin NC-ohjaimelle 2000



## 16

- (esim. FANUC R-J3). Robotin NC-ohjain on varustettu ohjelmilla, jotka muodostavat mainitun NC-ohjaimen muistiin BLT-aulukon ja edelleen robotin liikeohjelmalla 200, joka hyödyntää mainittua taulukkoa edellä esitetyllä tavalla. Keksintö ei kuitenkaan ole rajoittunut vain tähän suoritusmuotoon, vaan keksinnön mukaisen menetelmän eri vaiheet voi olla järjestetty suoritettaviksi myös muissa tarkoitukseen soveltuvissa tietojenkäsittelylaitteissa.

- 10 Keksinnön edellä esitettyjen suoritusmuotojen piirteitä eri tavoin yhdistelmällä voidaan aikaansaada erilaisia keksinnön suoritusmuotoja, jotka ovat keksinnön hengen mukaisia. Tämän vuoksi edellä esitettyjä esimerkkejä ei tule tulkita keksintöä rajoittavasti, vaan keksinnön suoritusmuodot voivat vapaasti vaihdella jäljempänä patenttivaatimuksissa esitettyjen keksinnöllisten piirteiden puitteissa.

15

- 20 Alan ammattimiehelle on osimerkiksi selvää, että yhtä särmäyspuristinta voi tarvittaessa palvella yhlä aikaa useampikin robotti, joille kullekin oma liikeohjelma voidaan määrittää keksinnön mukaisesti. Yksi robotti voi edelleen käsitellä myös useampia tartuntaelimiä, joille kaikille tartuntaelimille tartuntapisteiden paikat voidaan tarvittaessa määrittää erikseen.

- 25 Edelleen on mahdollista, että robotti voi irrottaa ottonsa kohteelle särmäyspuristimessa tehtävän taivutuksen aikana esimerkiksi siirtääseen otetta valmiiksi seuraavaa taivutusta varten. On myös mahdollista, että tietyn yksittäisen taivutuksen suorittaminen vaatii robotin otteen siirtämistä kesken taivutuksen toiseen tartuntapisteeseen taivutuksen loppuun saattamiseksi.



L 2

17

Patenttivaatimukset :

1. Menetelmä numeerisesti ohjattavan särmäyspuristimen (6) ja sitä avustavan yhden tai useamman robotin (9) muodostaman työstökonesolun ohjauksessa, joka menetelmä käsittää ainakin seuraavat vaiheet
- 5 — ensimmäisen vaiheen (101), jossa tallennetaan muistiin työstökonesolussa työstettävän aihion materiaalia, lähtödimensiolta tai vastaavia ominaisuuksia kuvaavia ahioparametreja ja aihiolle särmäyspuristimella (6) suoritettavia taivutuksia kuvaavia taivutusparametreja,
- 10 — toisen vaiheen (102), jossa hyödyntäen ensimmäisessä vaiheessa (101) tallennettuja parametreja määritetään taivutus tapahtumaa simuloimalla tai vastaavalla tavalla aihiolle särmäyspuristimella (6) suoritettavien taivutusten optimoitua suoritusjärjestystä, ns. taivutusjärjestystä,
- 15 — kolmannen vaiheen (103), jossa tallennetaan ensimmäisestä (101) ja toisesta vaiheesta (102) saatavaa tietoa välitulokseria tietomuotoon, joka on sopivimmin valittu taivutustapahtuman graattisen mahdollistavaksi,
- 20 — neljännen vaiheen (104), jossa kolmannessa vaiheessa (103) tallennettu välitulos muunnetaan särmäyspuristimen (6) NC-ohjaimen (1000) tai vastaavan taivutusohjelmaksi (100),
- 25 — tunnettu siitä, että menetelmä käsittää lisäksi ainakin viidennen vaiheen (105), jossa kolmannen vaiheen (103) välitulosta ja/tai neljännen vaiheen (104) taivutusohjelmaa (100) analysoimalla muodostetaan taivutustietotaulukko (BLI), joka taulukko ilmaisee aihiolle särmäyspuristimella (6) suoritettavien taivutusten taivutuslinjat ja niiden sijainnin ja asennon koordinaatistossa (X,Y,Z), jonka origona toimii työstettävän aihion ahiokeskipiste (AKP), ja
- 30 — kuudennen vaiheen (106), jossa taivutustietotaulukko (BLT) asetetaan käytettäväksi särmäyspuristinta (6) avustavan yhden tai useamman robotin (9) liikeohjelmien (200) tai vastaavine muuttujana tai vastaavana.
- 35



## 18

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että aihiokeskipisteeksi (AKP) valitaan aihioneliön keskipiste, jolla aihioneliöllä tarkoitetaan pönintä mahdollista 2-ulotteista nelikulmiota, jonka sisään käsiteltävä aihio sopii.

5

3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että taivutustietotaulukossa (BLT) annetaan aihion jokaisesta taivutusjärjestyksessä peräkkäisestä taivutuslinjasta yksi tai useampia seuraavassa lueteltuja tietoja:

10

— koordinaatiston (X,Y,Z) X-suuntainen etäisyys aihiokeskipisteestä (AKP) ko. taivutuslinjan keskipisteeseen,

— koordinaatiston (X,Y,Z) Y-suuntainen etäisyys aihiokeskipisteestä (AKP) ko. taivutuslinjan keskipisteeseen,

— ko. taivutuslinjan pituus,

15

— taivutettavan särmän pituus,

— taivutettava kulma,

— aihioneliön sivu (A,B,C,D) jolle ko. taivutus tehdään,

— ko. taivutuslinjan kiertymä Z-akselin ympäri,

— särmäyspuristimen (6) työkalujen (11,12) suuntainen asema, johon ko. taivutuslinjan keskipiste tulee taivutusta varten vierä

20

4. Jonkin odolla esitetyn patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että aihiota käsittelevän yhden tai useamman robotin (9) aihiota kiinnittämien otteiden eli tartuntapisteen kokonaismäärää minimoidaan sommittelemalla yksittäinen tartuntapiste aihiolle siten, että mainitun tartuntapisteen avulla voidaan sopivimmin suuriltaa useampaa taivutuslinjaa vastaavia peräkkäisiä taivutuksia.

25

5. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että robotin (9) pitäessä kiinni aihiota taivutuksen aikana siirretään ja/tai käännetään koordinaatistoa (X,Y,Z) aihiota taivuttavan työliikkeen mukana ja robotilla (9) liikutetaan samalla näin muuttuvassa koordinaatissa kohti taivutuksen alkuhetkeä vastaavaa pistettä.

30

6. Patenttivaatimuksen 5 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että koordinaatiston taivutuksen aikana tapahtuvaa siirtymistä ja/tai käänn-



## 19

tymistä määritetään mittaamalla särmäyspuristimen (6) ylätyökalun (11) asemaa suhteessa alatyökaluun (12).

5 7. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että robotti (9) vaihtaa olleensa tartuntapistecstä toiseen alhion ollessa särmäyspuristimen (6) työkalujen (11,12) välisessä otteessa.

10 8. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että menetelmän ensimmäinen (101), toinen (102), kolmas (103) ja neljäs (14) vaihe suoritetaan särmäyspuristimen (6) NC-ohjaimessa (1000) tai vastaavassa ja menetelmän viides (105) ja kuudes (106) vaihe suoritetaan robotin tai robottien (9) NC-ohjaimessa (2000) tai vastaavassa.

15 9. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että robottia (9) ohjaavan liikeohjelman (200) automaattiotaso asetetaan käyttäjän toimesta.

## 20





L 3

20

**Tiivistelmä:**

Keksintö kohdistuu menetelmään numeerisesti ohjattavan särmäyspuristimen (6) ja sitä avustavan yhden tai useamman robotin (9) muodostaman työstökonesulun ohjauksessa. Keksinnön mukaisesti robotin (9) liikeohjelman (200) tai vastaavan muodostamisessa tarvittavat tiedot kerätään särmäyspuristimen (6) taivutusohjelman (100) muodostamisen yhteydessä ja mainituista tiedoista koostetaan automaattisesti taivutustietotaulukko (BLT), joka taulukko ilmaisee särmäyspuristimella (6) aihiolle suoritettavien taivutusten taivutuslinjat ja niiden sijainnin ja asennon koordinaatistossa (X,Y,Z), jonka origona toimii työstettävän aihion aihlokeskipiste (AKP). Mainittu taivutustietotaulukko (BLT) aselelaan edelleen käytettäväksi särmäyspuristinta (6) avustavan yhden tai useamman robotin (9) liikeohjelmien (200) muuttujana. Muutettaessa särmäyspuristimen särmäyspuristimen (6) taivutusohjelmaa (100) uutta tuotetta varten, saadaan keksinnön avulla myös robotille (9) muodostettua uusi liikeohjelma (200) ko. tuotetta varten helposti ja nopeasti.

Fig. 3



L4

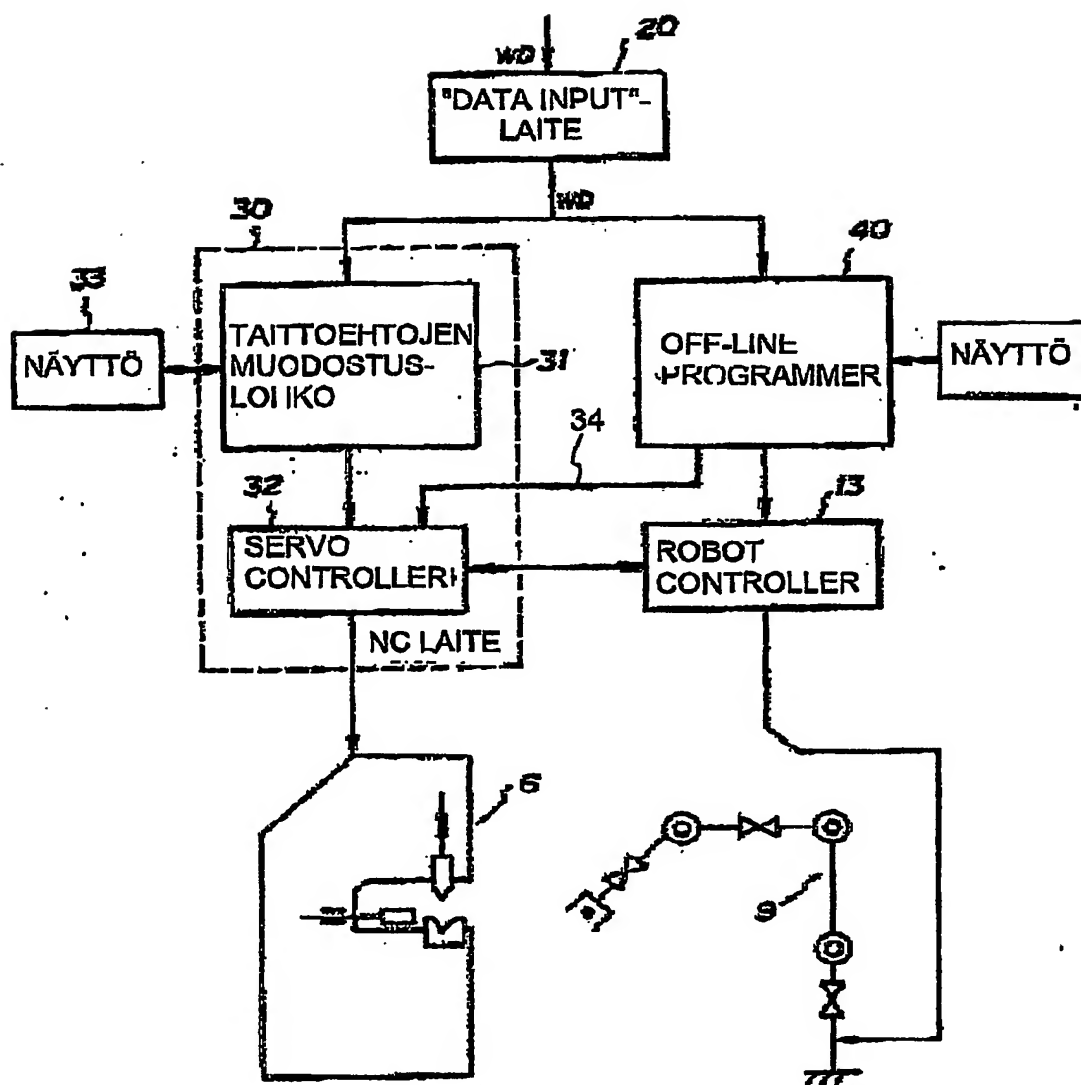


Fig. 1



E 4

2

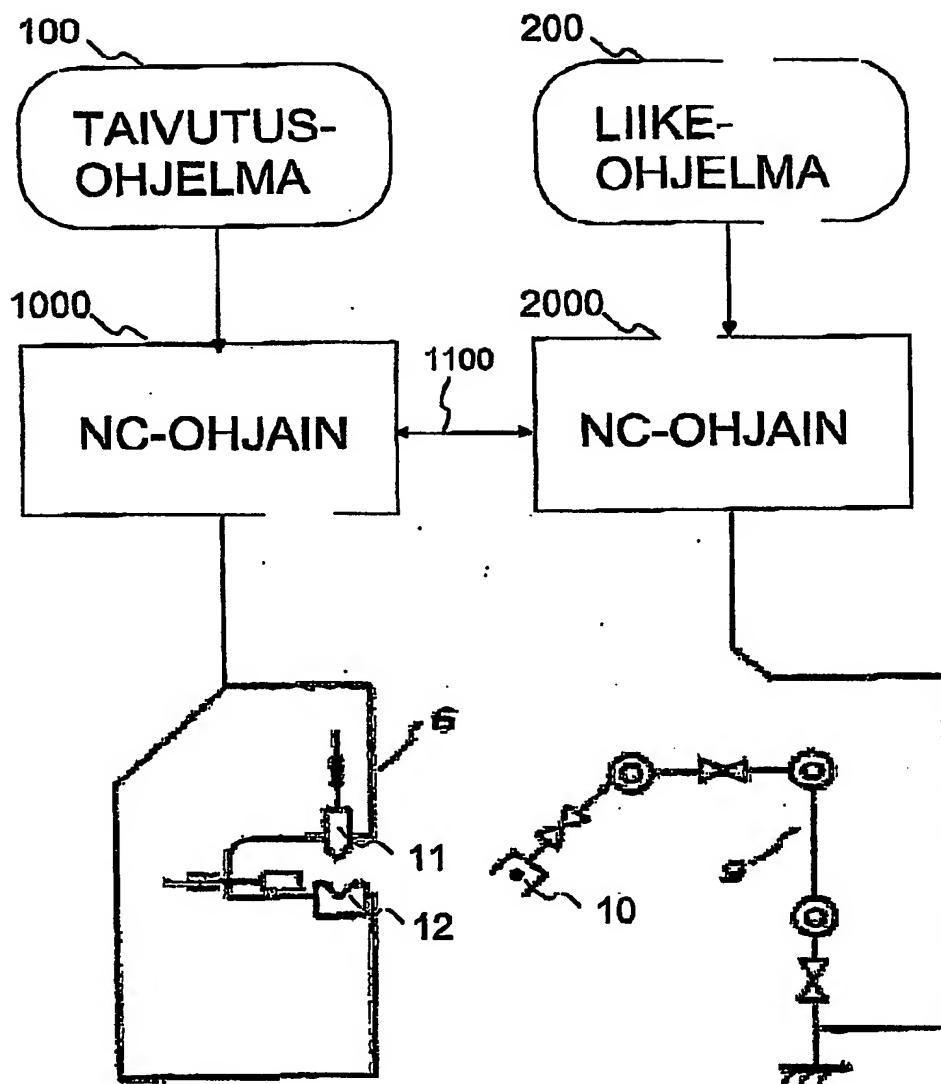


Fig. 2



L 41

3

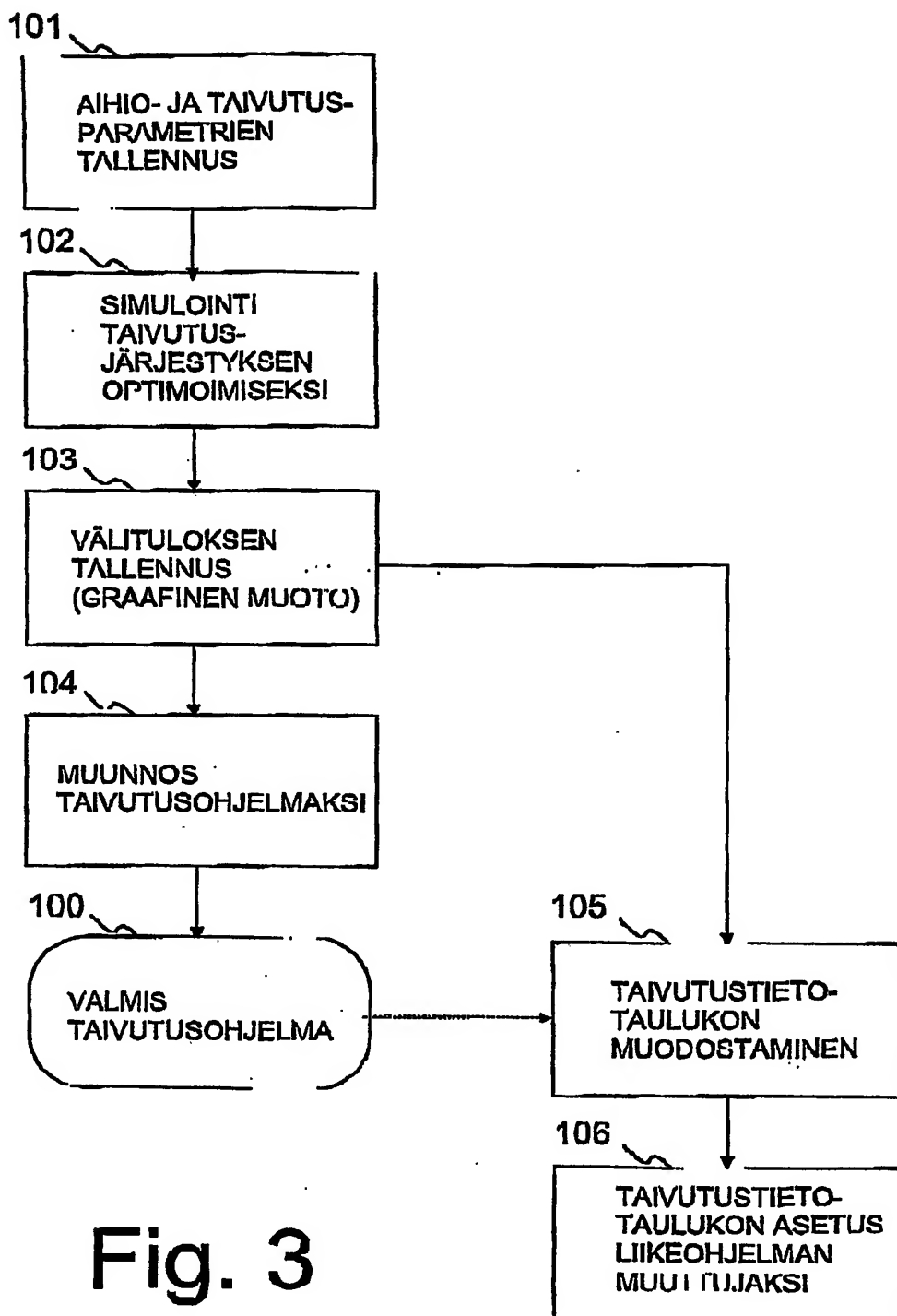


Fig. 3



C 4

4

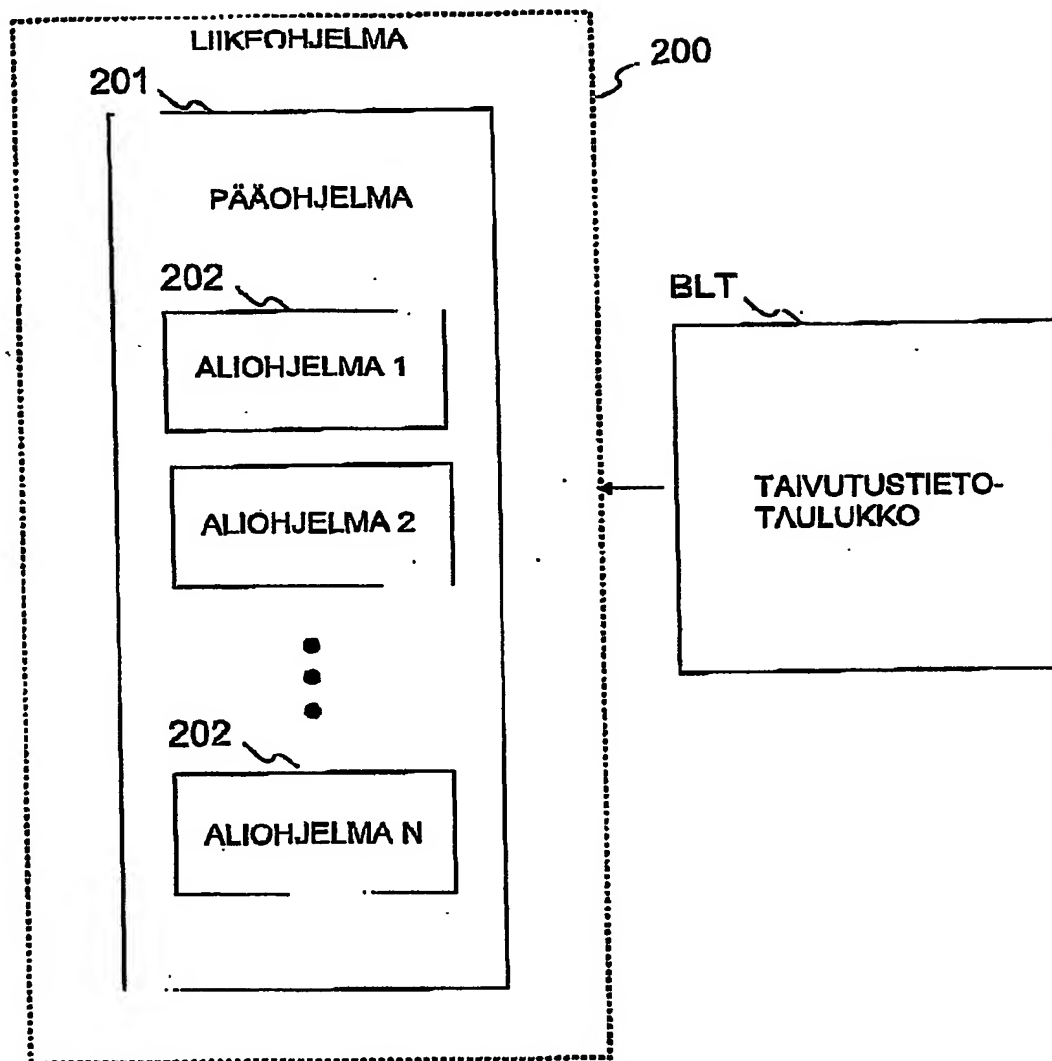


Fig. 4



L4

5

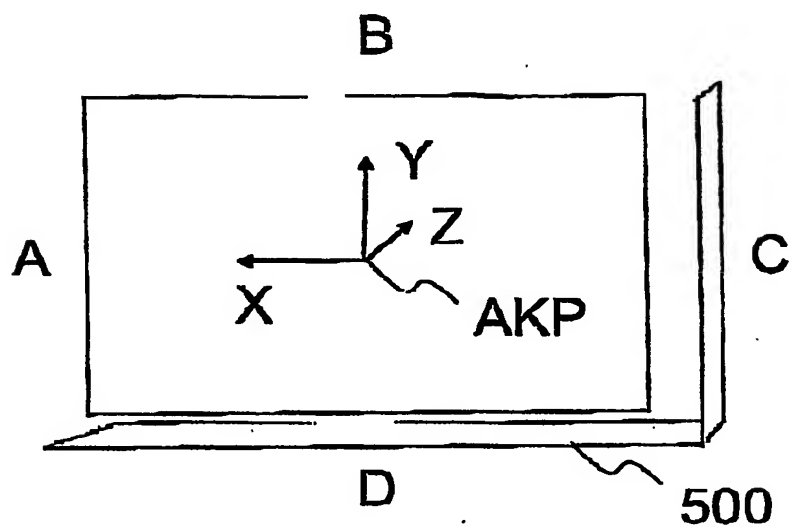


Fig. 5

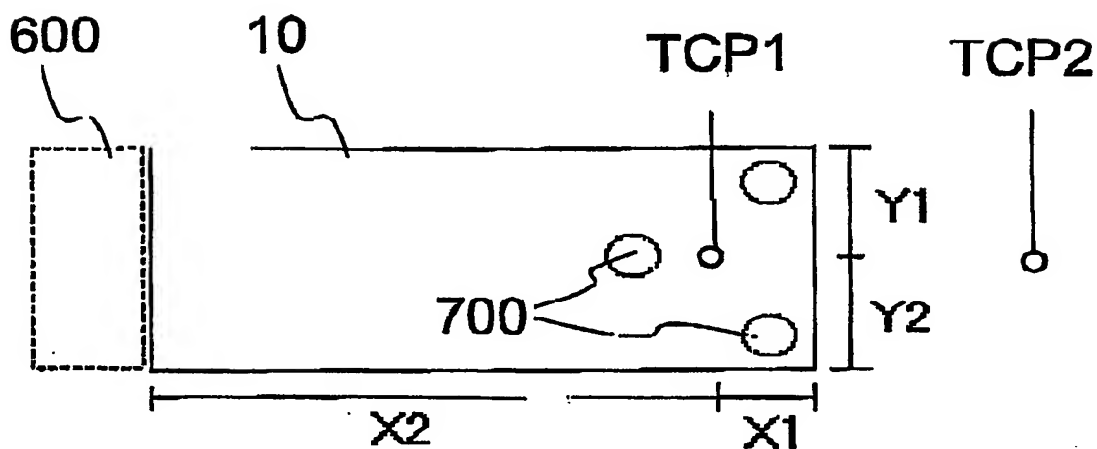


Fig. 6



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**